

論 台 灣 之 砂 防 工 程

—矢野義男博士演講記錄—

民國五十六年十二月七日

於水土保持館—謝 俊 郎

這是我第一次來臺灣，住兩個月，看到了許多的事情，由於時間的短促，我對臺灣還是不清楚，因此我所要講的砂防工程，對臺灣及各位不知有否助益。

日本所謂砂防工程，就是臺灣所說防砂工程。其涵義頗廣，大體上分為海岸與山地砂防兩類。二十年前美國學者羅德明 (Dr. Lodermill) 到日本，而使砂防一字之英文直譯名 (Sabo) 成為世界性之學術名詞。

山地防砂主要關於水，海岸防砂主要涉及風，即其主動力各為水與風。而山地砂防又可分為山腹砂防與溪流砂防兩種，山地砂防注重其表面侵蝕，溪流砂防注重其縱侵蝕，兩者主要因水之搬運力量。今天所要談的主要是山地砂防方面。

水搬運土砂粒子，主要淤積於下游，其過程為：侵蝕——搬運——堆積。土砂的堆積影響到我們的生活，如果對人類生活不生影響，則砂防工作也可束諸高閣了，例如美俄兩國，因其有廣大平原，故對於砂防就不太重視，而在澳洲、意大利、日本，因其面積小，坡度大，則砂防工作成為重要的問題。

土砂堆積不影響於生活，當然不予理會，但如日本，其沖積地恰為都市地與工廠地，且沖積地距河源之水平距離又甚短，對於所產生而堆積的泥砂，石塊之處理，實在是一大問題。土砂生產後之搬運過程中間如有淤積地，則因其成為緩衝地帶而使下游平安無事。以日本而言，在淤砂地與出海口之間建築堤防，則可防止大量淤砂，（此原理稱為束水攻砂，水流之橫斷面積縮小，則其流速加大，攜帶泥砂的能力亦加強，一般而言，水流之携砂能力與流速之六次方成正比），且因所築堤防甚長，超過淤積地以上，故使淤砂地附近成為農地。而所運搬之土砂堆積於河堤內，當洪峯流量 (Peak discharge) 來臨時，則大水越堤成災，故在這種地方，土砂控制實有其重要價值。目前臺灣並沒有此類問題發生，因尚未發展到這種地步，但將來必定會發生的，臺灣人口壓力大，有加速此種問題發生之勢。

關於土砂生產之分類，依其成因可分為：表面侵蝕與溪流縱蝕兩種，其他尚有崩壞地與地滑。發生之原因與地質及地形有密切關係。日本此類問題之發生大致因地質變形。臺灣此類問題看來也與地形地質有關。地質地形所生壓力，促成土砂生產；崩壞地則因斷層與節理；而氣象方面則雨量大，氣溫高，為風化之主要因素。因而發生表面侵蝕與河流縱蝕，且因其因子間相互作用之結果，促使侵蝕加速進行。

農地與林地皆可發生表面侵蝕，臺灣林地面侵蝕尚不嚴重，而農地面侵蝕則相當厲害，因此農地水土保持在臺灣已成為一重要問題與工作項目。

關於縱侵蝕方面，臺灣地質有幾處發生隆起，故每有階段狀地形存在，由溪谷下游往上游看，其縱侵蝕相當嚴重，如阿里山鐵路附近之屏遮那，約有一百公頃之崩坍地，其主要原因可能就是因阿里山溪之縱侵蝕結果。但臺灣之崩坍，仍以地質為主要因素。

有關防砂工程之問題，首先應注意土砂生產源（即土砂原產地，通常都是集水區之上游），土砂生產對臺灣之水庫產生甚大的威脅；在日本，將治水包括在砂防中，有如臺灣之防洪包括在防砂工程中一樣。

土砂問題除上述原因外，尚有人為問題，其中以修築公路對土砂問題影響最大，形成今後土砂問題中人為因素的最重要部份。

對於土砂所採對策：土砂對策之目標包括農地面侵蝕與溪流縱侵蝕及公路問題。溪流發生縱侵蝕後，其對策為建築攔砂坝 (Sabo Dam)，以溪流之縱斷面而言，以後將成為階段形狀，而減小流速及某段長度之坡度。築坝之多少，亦須視各地之因素而異，如阿里山溪之防治，與其做多個小坝，還不如做一個大坝好，主要因其地質地形氣象等因素的限制。然而做大坝必須注意其基腳之安全性。在討論對策時不能一概而言，必須因地制宜。對於人為問題如能加以注意，則可避免許多崩坍問題之發生；沿溪流附近築公路，因斜坡大所挖大，量土方填入溪流中，影響於流速及河流橫斷面與容水量，且上側坡地亦將於降雨時，形成山崩與地滑。故在修築公路時，在盡可能範圍內不可靠近河流或沿河流修建，寧可延長公路而繞道，也不要依河流修建。築路對於下游之淤積亦為一大問題，實際

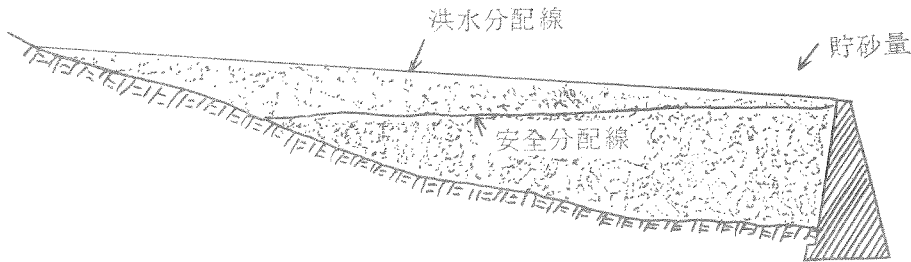
上，公路築成後，下游常發生堆積，這種問題也是應于注意的。（下游之堆積，其原因是公路挖方填入河中，大流量與流速時則被攜帶，搬運至下游，因流速減小而堆積。）

至於臺灣水庫之淤砂，則由人工與自然而形成。在自然形成水庫淤積而言，前所述土砂於生產源發生後，由水之搬運與堆積作用，在上游發生侵蝕（水之侵蝕只為一部份，由水所携砂粒之撞擊土壤土壤岩石等而生侵蝕，其力量亦甚可觀。）因其自侵蝕到堆積，所經距離甚遠，中途有許多變化；如在中途建攔砂埧以阻擋，則可因相對距離之縮短而立即發生堆積，若在上游不予控制，則對水庫之為害甚大。因此砂防問題在水庫方面而言為：

- 一、促使土砂生產量減少。
- 二、有效控制土砂生產量。

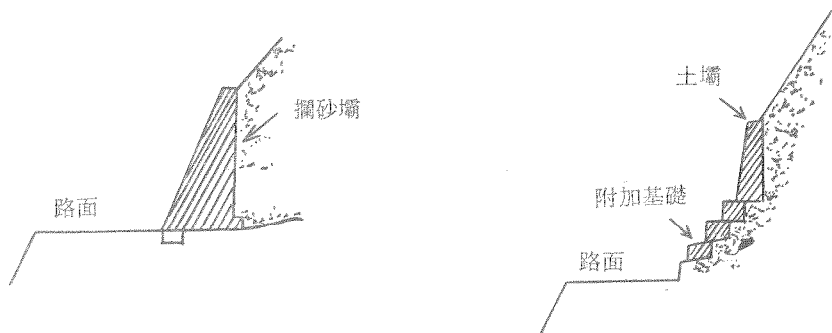
實際上要使土砂生產減到沒有是不可能的，且為不須要，尤其在風化作用厲害與強雨之處，土砂生產量必定很多。對於這種迅速生產土砂之現象的控制，應將其單位土砂量之生產時間延長；要想改變自然因子——風化與強雨實為不可能，只有以人為力量控制土壤滲透量。故較有效的方面是在上游建築許多攔砂埧。

建築攔砂埧後所生堆積而成之坡度，比原來坡度為小，故可控制其土砂，攔砂埧主要之功用即在於其淤砂量，其目的不僅有淤砂，且可使淤砂漸漸提高，其容量比其本身所能堆積者更多，其堆積線有兩條如圖：



臺灣有幾個特殊之情形，順便在此提出，西海岸八卦山之洪積層，為古代侵蝕堆積後再度隆起者，以地質生成年代而言，甚為年青，故地質鬆，抵抗外來侵蝕之能力太弱，因而產生許多土砂，以致對海岸附近之農田地，形成嚴重威脅。颱風來時，生成大量土砂往下移，當公路與洪積層平行時，將接受許多下滑之土砂而使公路阻塞或破壞，甚至侵入鄉鎮，故在此區域內，土砂為害成為嚴重問題。

原來地面受侵蝕後則降低，可在侵蝕處築攔砂埧，以提高其高度，防止繼續下蝕。公路上控制土砂之下崩，可在上方側坡築土埧或攔砂埧以阻之。由於土埧埧脚因滲透作用而易使整個埧體崩坍，故要在基脚加上附加基礎，一個加一個，如此所化費太大，不如在原地建攔砂埧為佳。如圖所示：



東部花蓮到臺東，有許多不常見的地形，土砂自臺東山脈與中央山脈下流，因地形之故，使其向南與北流，而致花蓮、宜蘭、臺東等地附近，形成堆積問題。

臺南一帶山脈，因地質年青，泥岩遍地，產生許多土砂崩坍，故對於此地區之控制，必須做一項地質詳細調查，才能做工作方法上之決定。

由於才學有限，在臺灣時間又短，對於所談必有差錯，尚請指教，謝謝。

（按：矢野義男博士是日本砂防協會會長，此次應聯合國經濟發展委員會之邀請，來臺灣做三個月的臺灣砂防攷察。）